

# ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

## Asociación entre los niveles de NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> en el aire y las tasas de hospitalización del Hospital Adriana Cousiño de Quintero durante los años 2012 al 2018

Darka de Angelis Varela Pereira<sup>1</sup>, Catalina Corrales López<sup>2</sup>, Tábata Corrales López<sup>3</sup>, Francisca Salazar Fernández<sup>3</sup>, Camila Solís Núñez<sup>2</sup>, Claudia Yáñez Figueroa<sup>4</sup>.

Recibido el 28 de Agosto de 2020

Aceptado el 3 de Octubre de 2020

Correspondencia: Darka de Angelis Varela Pereira  
Correo: dvarelap@uft.edu

Varela D, Corrales T, Salazar F, Solis C, Yáñez C. Asociación entre los niveles de NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> en el aire y las tasas de hospitalización del Hospital Adriana Cousiño de Quintero durante los años 2012 al 2018 Revista ANACEM. 2020;14 (2).

Los autores declaran no tener conflictos de intereses en relación a este artículo. Sin fuentes de financiamiento.

### RESUMEN

En el sector de Quintero, desde los últimos 50 años han existido diversos hitos relacionados con la contaminación medioambiental. Iniciando con la instauración de la termoeléctrica "Ventanas" en 1950, Chilectra en 1958. En el año 1993 el ministerio de Agricultura de Chile declaró a Puchuncaví y Quintero como una "zona saturada de contaminación" por dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y material particulado (MP10). En el año 2011, 135 trabajadores del complejo Ventana fallecieron producto del cáncer. Durante el 2014 hubo un derrame de petróleo en la Bahía de Quintero, 2015 un informe del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) arrojó cifras de arsénico que superan 23 veces la norma establecida por el Código Sanitario de Alimentos. Frente a dicho escenario, se hace evidente la necesidad de comprender cómo es la situación de los pobladores de dichas comunas. La presente investigación busca asociar los niveles de contaminación de las comuna de Quintero y el número de hospitalizaciones durante los años 2012 hasta el 2018.

**Palabras clave:** Contaminantes ambientales, egresos hospitalarios, Quinteros, regulación gubernamental.

### ABSTRACT

In Quintero, since the last 50 years there have been various milestones related to environmental pollution. Starting with the installation of the "Ventanas" thermoelectric plant in 1950, Chilectra in 1958. In 1993, the Chilean Ministry of Agriculture declared Puchuncaví and Quintero as a "zone saturated with contamination" by sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) and particulate matter (MP10). In 2011, 135 workers at the Ventana complex died of cancer. During 2014 an oil spill emerged in Quintero Bay, 2015 a report by the Institute for Fisheries Development (IFOP) showed arsenic figures that exceed 23 times the norm established by the Sanitary Food Code. Faced with this scenario, the need to understand what the situation of the residents of said communes is like is evident. The present investigation seeks to associate the levels of contamination of the comunun of Quintero and the number of hospitalizations during the years 2012 to 2018..

**Keywords:** air environmental pollutants, hospital outpatient, Quinteros, government regulation.

(1) Licenciada en Odontología, Universidad Finis Terrae, Santiago, Chile.  
(2) Estudiante de Medicina, Universidad Finis Terrae, Santiago, Chile.  
(3) Estudiante Liceo Carmela Carvajal Providencia, Santiago, Chile.

## INTRODUCCIÓN

Desde la revolución industrial el ser humano ha modificado su entorno con maquinarias, industrias petroleras y diversos tipos de fábricas, las cuales permitieron impulsar y generar grandes beneficios para el progreso económico de las distintas sociedades del mundo. Sin embargo, su utilización provocó la liberación de gases de efecto invernadero que afectan seriamente la salud de la población. Algunos de ellos son el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), material particulado (MP), Argón (Ar), metano (CH<sub>4</sub>) (1), (10-17). Cabe destacar que los óxidos de nitrógeno (NOX), es un término genérico empleado para catalogar un grupo de gases reactivos como el NO, NO<sub>2</sub> (30).

La constitución política de Chile posee el artículo 19, número 8 donde asegura “El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza” (2). Sin embargo, en las últimas décadas se han establecido diversas alertas sanitarias debido a las sustancias

emitidas por las empresas locales, siendo las comunas más afectadas las de Puchuncaví y Quintero. Ambas son conocidas como “Zona de sacrificio” término establecido por la sociedad chilena debido a que han presentado casos de urgencias egresos hospitalarios relacionados con la exposición a las emisiones industriales, los residentes de la zona exigen una respuesta por parte del gobierno, puesto que los niveles de contaminación superan el rango establecido por las organizaciones mundiales (3).

En el sector de Quinteros-Puchuncaví desde que surgieron una serie de grandes industrias, dentro de las cuales se encuentra Chilectra, siendo inaugurada el año 1958; la construcción de la termoeléctrica Ventanas en el año 1950 y su posterior inauguración el año 1961; luego, en el año 1977 se construye el complejo “Ventanas 2” (4).

### Mapa descriptivo de las zonas de crisis socioambiental y sanitaria en Quintero, año 2018 y principales industrias causantes de contaminantes.

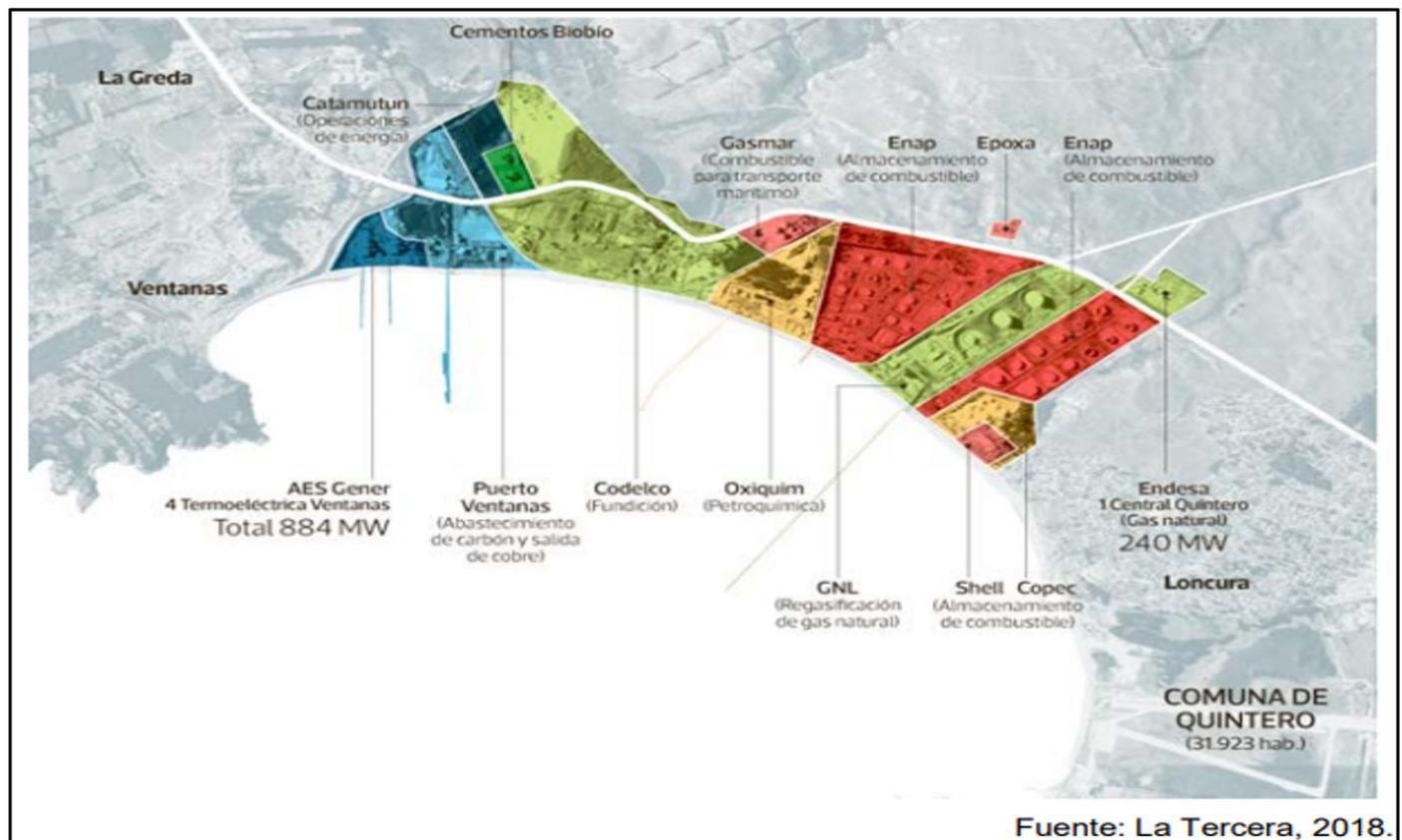
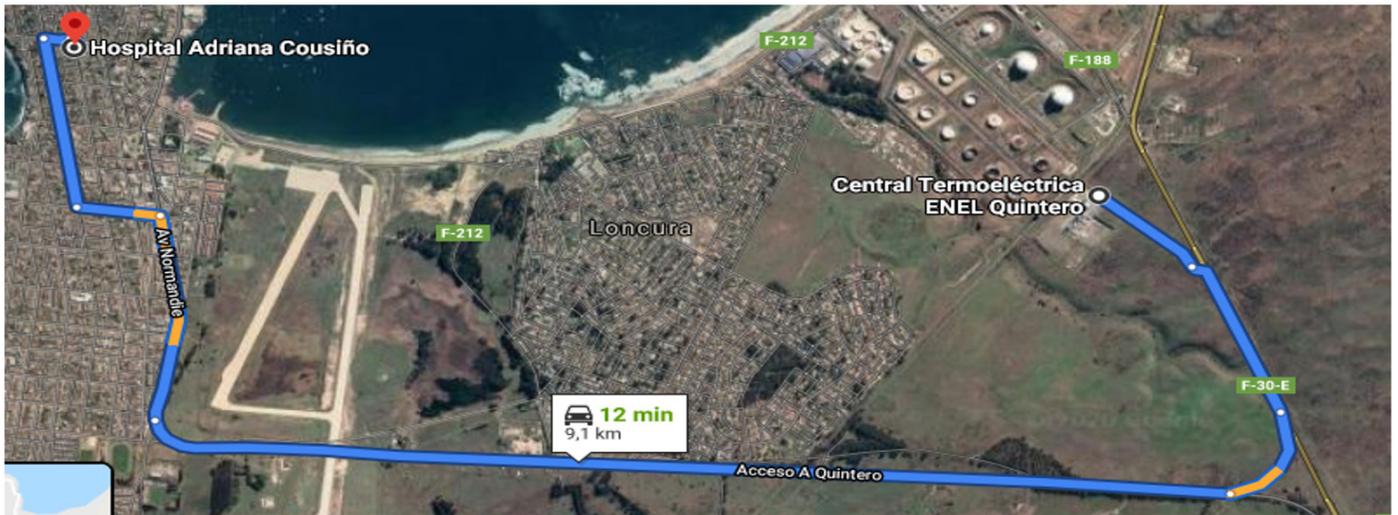
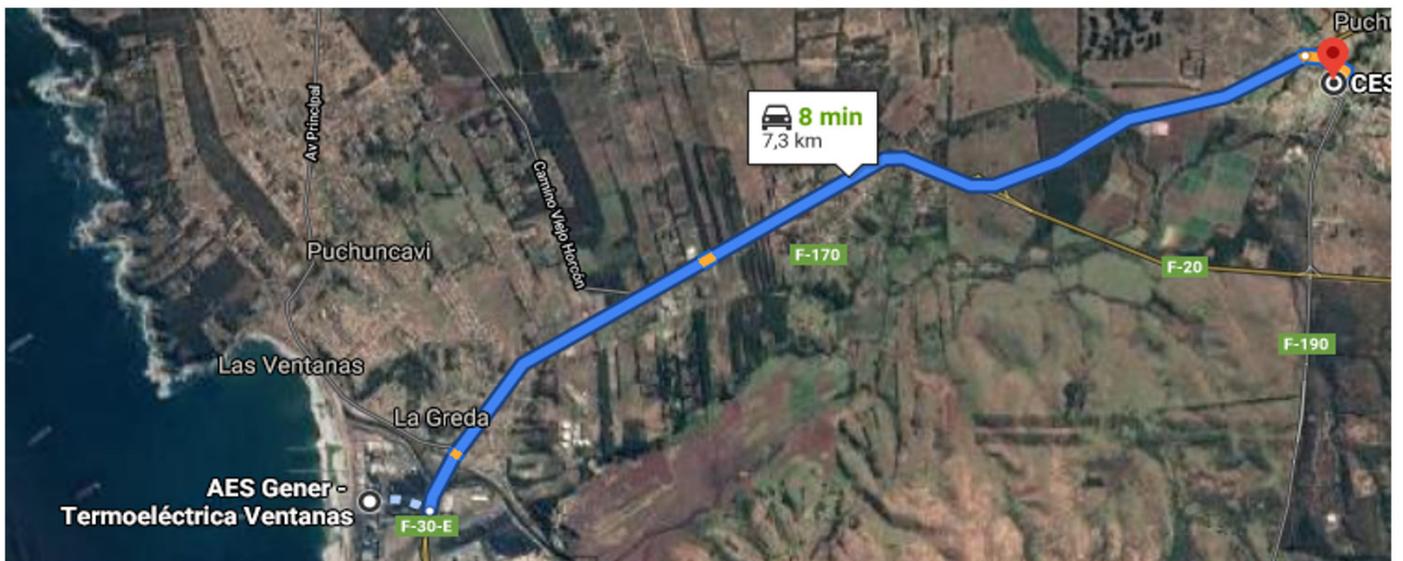


Figura 1: Zonas de riesgo georeferenciada según la industrias contaminantes y zonas urbanas, escuela la Greda y Ventanas.

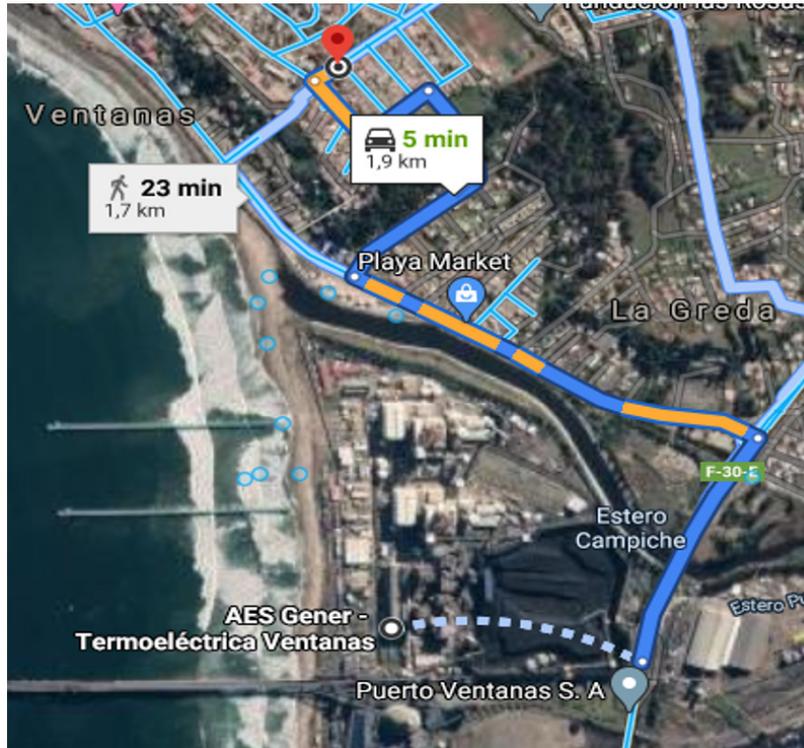
Por otro lado, Quinteros y Puchuncaví tienen cuatro centros de atención de salud que se encuentran en cercanía con las centrales termoeléctricas (Imagen 1 a la 4).



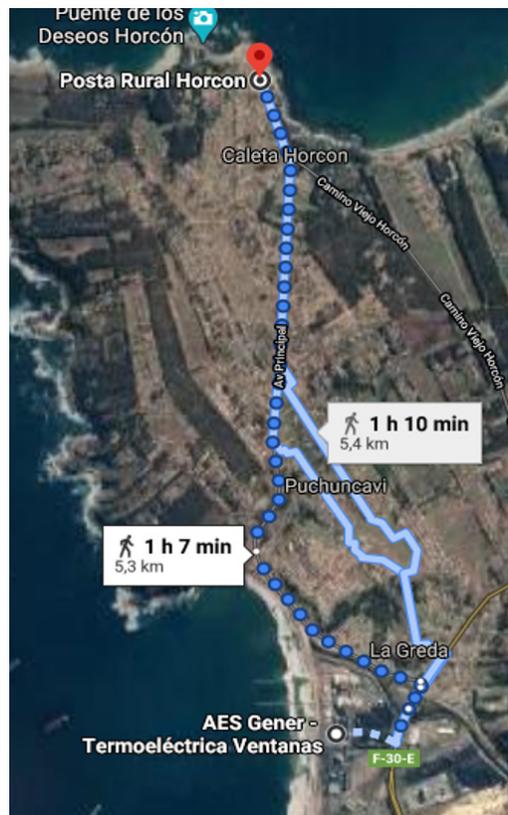
**Imagen 1:** Distancia entre el Hospital Adriana Cousiño y la termoeléctrica ENEL. El Hospital Adriana Cousiño (Quintero) se encuentra en Av. Aranguiz Tudela 380. Ubicado a 9 Km de la termoeléctrica ENEL. Obtenido de Google Maps



**Imagen 2:** Geolocalización de Consultorio Puchuncaví y termoeléctrica AES. Consultorio Puchuncaví (Puchuncaví): Ubicada en Avda. Bdo. O'Higgins N° 70. Localizada a 7,5 Km de Termoeléctrica AES. Obtenido de Google Maps.



**Imagen 3:** Geolocalización entre el Consultorio Ventanas y termoeléctrica AES Gener. El consultorio Ventanas (Puchuncavi); ubicado en Nueva Germania s/h, Ventanas. El centro hospitalario se encuentra a 1 km de distancia de la Termoeléctrica AES Gener. Obtenido de Google Maps.



**Imagen 4:** Geolocalización de la Posta Rural de Horcón y la Termoeléctrica AES. La posta de Salud Rural de Horcón (Puchuncavi) está ubicada en la calle principal 172 de Caleta Horcón. Localizada a 6,7 Km de la termoeléctrica AES. Obtenido de Google Maps.

**Tabla N° 1 Distribución de Contaminantes en Quintero según percentiles desde los años 2014 al 2018**

Gases Contaminantes	Percentiles						
	5	10	25	50	75	90	95
CH4	1,74	1,82	1,87	1,95	2,06	2,20	2,51
NOX	1,26	1,58	2,91	5,99	10,48	16,53	21,77
NO2	2,67	3,71	6,17	10,59	27,29	37,71	42,40
O3	6,06	7,79	10,56	14,00	18,07	20,00	22,83
SO2	2,64	4,34	7,40	14,51	24,31	42,88	60,49

En el año 1993 el ministerio de Agricultura declaró a Puchuncaví y Quintero como “zona saturada de contaminación” por dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y material particulado (MP-10); sin embargo, la construcción de nuevas industrias no se frenó (5). En el año 2006 se realizaron las gestiones para incorporar una tercera unidad en la termoeléctrica. Desde entonces, surgieron una serie de eventos desafortunados durante el año 2011. Se reportaron 135 trabajadores del complejo Ventanas que fallecieron producto de cáncer. Frente a ello un grupo de trabajadores solicitaron un recurso de protección que generó el cierre temporal de la empresa (6). El 23 de marzo de ese mismo año, hubo 3 alumnos y 9 funcionarios de la escuela “La Greda” que sufrieron desmayos, dificultades respiratorias y vómitos por efecto de la alta presencia de químicos en el aire (3). En Agosto de ese mismo año, más de una veintena de estudiantes de la escuela “Alonso de Quintero”, fueron ingresados por intoxicación con SO<sub>2</sub> debido a que las mediciones triplicaron los niveles máximos recomendados. En Noviembre de ese mismo año en la escuela de la Greda se reportaron más de 30 estudiantes y trabajadores intoxicados (8). Sin importar lo acontecido anteriormente, en el año 2013 se integra la termoeléctrica Campiche, constituyendo una empresa formada por 4 termoeléctricas (4). En el año 2014 hubo un derrame de 38.700 litros de petróleo en la bahía de Quintero producto de una rotura del buque “La Mimosa” (3). En el 2015 se registraron en el informe del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) cifras de Arsénico que superan 23 veces la norma del Código Sanitario de Alimentos (5). En el año 2017 hubo 19 alumnos del liceo “Sargento Aldea” que reportaron síntomas asociados a la contaminación ambiental del sitio (8).

El estudio de la carga global de enfermedades, sugieren que la contaminación ambiental de interiores y exteriores causa aproximadamente 7 millones de muertes prematuras anualmente en todo el mundo (28). Los niveles altos de MP-2,5 generan 4,2 millones de muertes al año, situándose en el quinto factor de riesgo de muerte (28).

Para controlar las cantidades de contaminantes que las empresas liberan al ambiente, existen organizaciones mundiales que se encargan de establecer concentraciones máximas diarias. Algunas de ellas son la Comisión Europea, OMS, el Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA) en Chile.

Según la OMS, para el 2016 el 91% de la población habitaba en zonas donde no se seguía las directrices para la calidad del aire, a sabiendas que la contaminación atmosférica en ciudades y zonas rurales provoca cada año 4,2 millones de muertes prematuras asociadas a disminución de la expectativa de vida, afectando al 91% de los países de bajos ingresos, ubicadas en regiones de Asia Sur oriental, Pacífico Occidental. De las muertes prematuras asociadas a contaminación atmosféricas, el 58% corresponden a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, 18% a Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) e infecciones respiratorias agudas y el 6% cáncer de pulmón. La tasa de deposición de contaminantes en las vías aéreas puede ser calculada como: concentración final = concentración promedio diaria del contaminante x frecuencia respiratoria y por el tiempo. Es sabido que la exposición crónica y reiterada por muchos años generan disfunción endotelial provocada por la generación de radicales libres asociadas a la exposición de NOX y MP - 2,5 así como también la inflamación crónica provocada por SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CH<sub>4</sub>, generando daños en la estructura pulmonar y enfermedades cardiovasculares sumados a cánceres que afecta la sobrevida y la calidad de vida de la población.

Las pruebas epidemiológicas más recientes indican que pueden existir efectos nocivos en la salud, los cuales se pueden expresar cuando la fuente de exposición se encuentra bajo o sobre el valor guía recomendado por la OMS. Para garantizar la inocuidad sobre las poblaciones se requiere de un plan de descontaminación asociado a la medición de los efectos en salud y actualización del inventario de fuentes fijas y móviles (Vorgel, 2020).

En vista de los antecedentes mencionados anteriormente, las comunas de Quinteros y Puchuncaví han sido epicentros de contaminación de las centrales termoeléctricas. La presente investigación busca evaluar la asociación y correlación entre los niveles de contaminación ambiental diaria y las tasas de hospitalización del Hospital Adriana Cousiño desde el año 2012 al 2018, comparando los promedios mensuales de los contaminantes según quintil, comparando la tendencia estacionaria de niveles de contaminante en Quintero, las tasas de hospitalización y de atenciones de urgencia.

Tabla N°2: normas de niveles máximos de contaminantes según la OMS, Unión Europea y Chilena.				
Contaminantes	OMS	Unión Europea	Norma Chilena	Norma colombiana
MP – 2,5	10 ug/m <sup>3</sup> , media anual.  25 ug/m <sup>3</sup> , media de 24 horas.	25 ug/m <sup>3</sup> , media anual.	20 ug/m <sup>3</sup> , media anual.  50 ug/m <sup>3</sup> , media de 24 horas.	
MP – 10	20 ug/m <sup>3</sup> , media anual.  50 ug/m <sup>3</sup> , media de 24 horas.	40 ug/m <sup>3</sup> , media anual.  50 ug/m <sup>3</sup> , media de 24 horas.	50 ug/m <sup>3</sup> N, media anual.  150 ug/m <sup>3</sup> N, media de 24 horas.	
O <sub>3</sub>	100 ug/m <sup>3</sup> , media de 8 horas.	120 ug/m <sup>3</sup> , media de 8 horas.	120 ug/m <sup>3</sup> N, media de 8 horas.	
NO <sub>2</sub>	40 ug/m <sup>3</sup> , media anual.  200 ug/m <sup>3</sup> , media de una hora.	40 ug/m <sup>3</sup> , media anual.  200 ug/m <sup>3</sup> , media de una hora.	100 ug/m <sup>3</sup> N, media anual.  400 ug/m <sup>3</sup> N, media de una hora.	
NOX	Sin Información	Sin Información	Sin Información	550 mg/m <sup>3</sup> industrias existentes (31).  500 mg/m <sup>3</sup> industrias nuevas (31).
SO <sub>2</sub>	20 ug/m <sup>3</sup> , media de 24 horas.  500 ug/m <sup>3</sup> , media de 10 minutos.	125 ug/m <sup>3</sup> , media de 24 horas.  350 ug/m <sup>3</sup> , media de 1 hora.	80 ug/m <sup>3</sup> N, media anual.  250 ug/m <sup>3</sup> N, media de 24 horas.	

**Tabla N° 2:** Los niveles de restricción ambiental de la OMS (29) y la Unión Europea (30) tienen valores restrictivos muy similares para los contaminantes. Pero la norma Chilena tiende a registrar valores más altos para los máximos permitidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se extrajo de la página red de vigilancia de la Calidad del Aire SINCA-Chile, los registros horarios de los niveles de contaminantes ambiental de la Estación Quinteros-Ventanas desde los meses de Enero del año 2012 hasta el mes de Diciembre del año 2018. Se consideraron en el análisis sólo los contaminantes que tenían sus registros completos y consolidados (NOX, NO2, SO2, CH4 y O3). Se efectuó un análisis de regresión y de serie temporal ARIMA, tipo Prais Weinstein con el fin de detectar los cambios de estacionalidad en forma trimestral para caracterizar las variaciones estacionales de los gases contaminantes. Al efectuar el análisis bivariado, para asociar ambas variables se realizó una regresión logística múltiple y un modelo de regresión a la Poisson obtuvieron valores sobre la normativa OMS en comparación con la norma chilena adquirieron un valor 1; mientras que las que se encontraban en norma 0. Respecto a las tasas de hospitalización y al número de atenciones de urgencia efectuadas entre los años 2012 al 2018.

Nuestra hipótesis estadística es que la tasa de hospitalización en Quintero aumentará conforme al incremento de la media anual, mensual y diaria de la contaminación ambiental en relación al incremento de las atenciones de urgencia y a las defunciones; considerando un p significativo <0,05.

### Modelo de Poisson:

Se efectuó un análisis de pruebas de normalidad para determinar el tipo de distribución que presenta los datos de contaminación respecto a las hospitalizaciones, aplicándose un test de smirnov-kolmogorov y de shapiro wilk, considerando un p >0,05, que los niveles de contaminantes son normales y obteniéndose un comportamiento que se ajuste al modelo de poisson según la siguiente fórmula:

**Hipótesis estadística:** La tasa de hospitalización en Quintero aumentará conforme al incremento de la media anual, mensual y diaria de la contaminación ambiental en relación al incremento de las atenciones de urgencia y a las defunciones; considerando un p significativo <0,05.

### RESULTADOS:

La comuna de Quinteros se ubica en la Quinta Región de Valparaíso, dicha comuna presenta una superficie de 148 km<sup>2</sup>, una población de 31.923 habitantes. Concón tiene una superficie de 76 km<sup>2</sup> y una población de 46.152 habitantes. Puchuncaví presenta 300 km<sup>2</sup> y tiene 18.546 habitantes según el Censo 2017. La comuna de Quintero presenta un índice de pobreza de pobreza por ingreso 24,29 % y pobreza multidimensional de 26,9 % con un Ingreso Municipal per cápita de \$286,990.-, con una actividad en el sector público y actividades de tipo esporádicas de pesca, recolección de crustáceos, y exportación de madera bruta, valiéndose de la explotación de materias primas que se exportan directamente al extranjero. Quintero es un importante puerto pesquero, presenta 14 empresas de tipo cuprífera, gas natural, petroquímica, de almacenamiento y transporte marítimo de combustible (5). Cabe destacar que una de ellas es la termoeléctrica AES-Gener constituida por 4 empresas que producen 885 MW, siendo la empresa más grande de este tipo en todo Chile (3).

Al efectuar el análisis de series temporales respecto al cambio del nivel de contaminantes en la zona del Centro de Quinteros, se obtuvo que la estacionalidad observada entre los contaminantes SO2, NO2 y NOX es cada 3 meses siendo más altos durante los meses de invierno que en verano; sin embargo los niveles de NOX no mostraron una tendencia clara al efectuar la regresión obteniéndose un coeficiente de regresión no significativo para el Tiempo= -0.6973856; IC=[-1.693896 - 0.2991244]; p>0.132>0.05, con una constante significativa de 11.45; IC= [7.019687-15.87932]; P<0.001.

$$(1) \text{ Lambda hospitalización de Quintero} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de hospitalizaciones})}{(\text{Tasa de contaminante mensual})}$$

$$(2) \frac{\text{Lambda de defunciones de Quintero}}{\text{Lambda de defunciones de Concón}} = \frac{(\ln (\text{Mortalidad Quintero causa específica}))}{\ln(\text{Mortalidad de Concón por causa})}$$

$$\ln(\lambda | X = x) = \alpha_0 + \alpha_1 X$$

$$\ln \lambda = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_k X_k$$

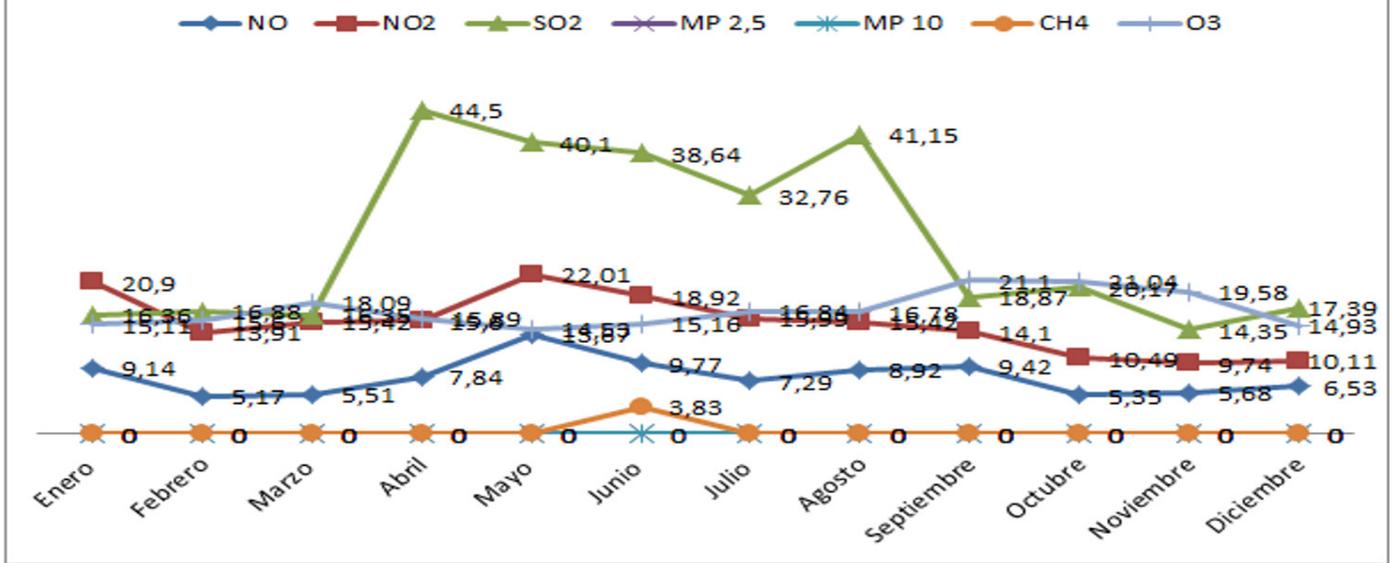
$$e^{\alpha \cdot} = (e^{\alpha \cdot})^{\alpha}$$

; es un múltiplo de la causa

$$\ln \mu = \ln s + \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_k X_k$$

Son por causas según sexo, edad y localización geográfica.

### Variación estacional de los Niveles de Contaminantes Mensuales en Quinteros Puchuncaví



Mientras que los niveles de NO2 tampoco mostraron una interacción significativa respecto al tiempo =  $-0.0385147$ ; IC =  $[0.793 - 0.3960006]$ ;  $p > 0.3189713 > 0,05$ , pero sí respecto a su constante  $2.689759$ , IC =  $[1.064429 - 4.315089]$ ;  $p < 0.008 < 0,05$ .

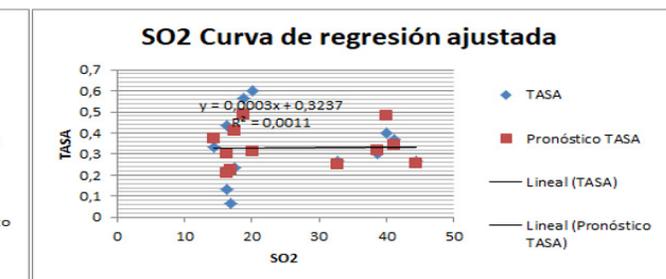
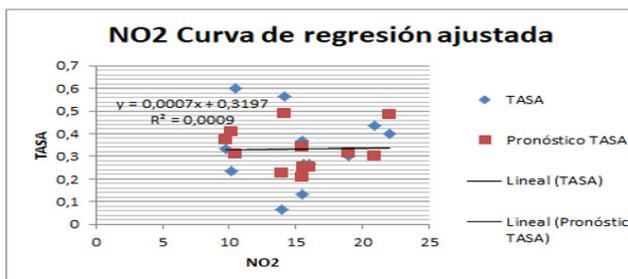
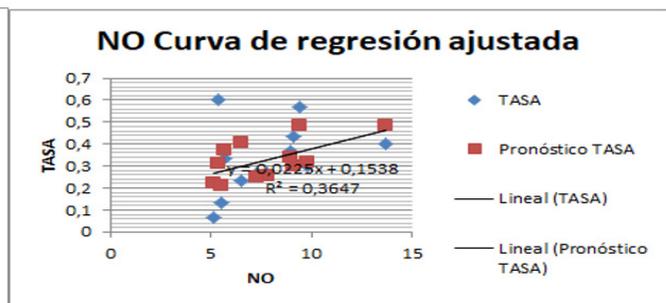
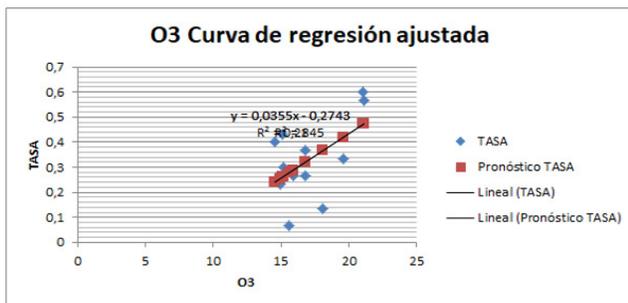
Por otra parte, los niveles de SO2 fueron los que más impacto tuvieron en las atenciones de urgencia y hospitalizaciones estando hasta 2,5 veces sobre la norma establecida por la OMS, con una interacción respecto al tiempo de  $T1 = -0,1698$ , IC =  $[-28,74 - (-5,23)]$ ,  $T2 = [0,022]$ , IC =  $[0,4429 - 3,3254]$ , siendo ambos significativos, con una constante de  $56,2836$  e IC =  $[35,7307 - 76,836]$ .

En el caso del O3, se observó que los niveles de contaminantes se incrementan 4,75 veces respecto al tiempo con un IC =  $[2,41 - 7,9]$  y con un  $p < 0,007$ , mientras que respecto al tiempo

al cuadrado presenta un coeficiente de regresión igual a  $-0,53$  y con IC =  $[-0,82 - (-0,85)]$  con un  $p < 0,01$  mientras que su constante es  $5,12$  con un IC =  $[1,02 - 9,22]$  y  $p < 0,028$ , fue el contaminante que mayor interacción tuvo respecto al tiempo.

Respecto al CH4 se incrementó 0,3 veces respecto al tiempo al cuadrado con un IC =  $[0,018 - 0,59]$  y con un  $p < 0,042$ , mientras que respecto al tiempo al cubo presenta un coeficiente de regresión igual a  $0,078$  y con IC =  $[-0,013 - (-0,017)]$  con un  $p < 0,023$  mientras que su constante es  $3,73$  con un IC =  $[1,28 - 6,18]$  y  $p < 0,013$ , fue el contaminante que mayor interacción tuvo respecto al tiempo.

La comuna de Quintero presenta la mayor tasa de hospitalización por causa respiratoria tanto en urgencias



como los egresos hospitalarios, enfermedades que afectan al sistema circulatorio y cánceres. Según lo reportado por el DEIS (Cognos), entre los años 2014 - 2016 hubo 3 derrames de hidrocarburos y más de 100 varamientos de carbón en la bahía de Quinteros, ocurriendo en 2018 intoxicaciones masivas ocurridas durante el 21 de Agosto, donde 58 niños presentaron mareos, vómitos, náuseas, pérdida de sensibilidad; mientras que entre Agosto y Octubre de ese año hubo 1600 atenciones de urgencia con náuseas, cefaleas, pérdida de sensibilidad en extremidades e inconsciencia; lo que se observó fueron variaciones porcentuales en las tasas de hospitalización respiratoria de un 19,13% entre el año 2012 y 2013. Hubo un aumento de un 8,3% entre los años 2012 al 2014. Incremento de un 25,38% entre el 2012 al 2015. Hubo un aumento de un 12,8% entre el 2012 al 2016 y un aumento del 7,9% entre el 2012 al 2017. Sin embargo, en el año 2018 se reportó una disminución del 16% respecto a los egresos por causa respiratoria.

Las variaciones porcentuales en torno a los egresos hospitalarios por causas digestivas fue una disminución del 0,4% desde el 2012 al 2013. En los años 2012 al 2014 subió 7,15%, desde el 2012 al 2015 bajó 6,85%. Desde el 2012 al 2016 bajó 2,9%, desde el 2012 al 2017 subió 14,13% y desde el 2012 al 2018 aumentó 11,5%. Con respecto a las enfermedades genitourinarias, desde el 2012 al 2013 bajó un 11,35%. Del 2012 al 2014 bajó 4,34%, del 2012 al 2015 bajó al 1,43%. Del 2012 al 2016 bajó un 29,74%, del 2012 al 2017 bajó 31,42% y del 2012 al 2018 subió 0,4%. Con respecto a las enfermedades neoplásicas, desde el 2012 al 2013 bajó un 21,1%. Del 2012 al 2014 bajó 42,6%, del 2012 al 2015 bajó al 46,7%. Del 2012 al 2016 bajó un 32,11%, del 2012 al 2017 bajó 24,77% y del 2012 al 2018 bajó 46,78%. Con respecto a las enfermedades circulatorias, desde el 2012 al 2013 subió un 6,79%. Del 2012 al 2014 bajó 11,29%, del 2012 al 2015 subió un 0,4%. Del 2012 al 2016 bajó un 0,4%, del 2012 al 2017 subió un 16,12% y del 2012 al 2018 subió un 10,88%.

### Tasas de urgencias de enfermedades respiratorias y circulatorias desde el año 2014 al 2018 en Quinteros

Mes	2014		2015		2016		2017		2018	
	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C
Enero	840	0	991	54	698	93	651	105	580	100
Febrero	959	0	868	47	598	72	557	95	592	95
Marzo	764	0	1004	85	882	90	882	90	589	100
Abril	853	55	1074	60	2578	91	724	93	592	101
Mayo	866	53	1056	57	985	80	972	87	582	96
Junio	1914	73	1006	68	1320	94	1319	88	595	100
Julio	1276	48	1308	64	1287	56	798	69	587	104
Agosto	1194	55	1566	43	1269	101	839	71	583	109
Septiembre	1068	50	1421	77	970	93	696	79	599	110
Octubre	1027	60	1214	85	798	82	695	82	620	109
Noviembre	802	61	1000	65	684	97	571	84	615	109
Diciembre	729	50	719	97	533	101	489	93	621	111
<b>Total</b>	<b>12.292</b>	<b>505</b>	<b>13.227</b>	<b>802</b>	<b>12.602</b>	<b>1.050</b>	<b>9.193</b>	<b>1.036</b>	<b>7.155</b>	<b>1.244</b>

Rojo, naranja: sobre el promedio de atenciones de urgencia anual.  
Verde, amarillo: bajo el promedio de atenciones de urgencia anual.

**Tabla de tasas de egresos hospitalarios según tipo de enfermedad desde el 2012 al 2018 en el hospital Adriana Cousiño.**

	TH Circulatoria	TH respiratoria	TH digestiva	TH genitourinario	TH neoplasias
2012	122,1	187,02	46,7	83,7	21,8
2013	130,5	222,8	46,5	74,2	17,2
2014	108,4	202,6	50,04	80,06	12,5
2015	122,8	234,5	43,5	82,5	11,6
2016	121,7	211,09	45,3	58,8	14,8
2017	141,9	201,8	53,3	57,4	16,4
2018	135,5	157,3	52,1	84,1	11,6

Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS).

Según los niveles observados de las medias anuales obtenidas a partir de las emisiones de la estación de vigilancia y calidad del aire SINCA en el centro de Quinteros; la media de valores anuales correspondientes al SO<sub>2</sub> superó en 2,5 veces los valores propuestos por la OMS, mientras que según la Norma Europea y Chilena, se encuentra bajo el valor permitido. Si bien la norma de calidad del aire de la OMS no correlaciona el riesgo de un evento adverso es conocido el hecho que el aumento de 1 mg por sobre la media permitida, puede aumentar 3,5 veces el riesgo de presentar alteraciones cardiovasculares, respiratorios y accidentes cerebrovasculares, siendo uno de los principales

mostraron niveles de contaminantes muy por sobre los valores límites definidos por la OMS, en especial el SO<sub>2</sub> como principal fuente de contaminación en Quintero durante los meses de Marzo a Septiembre asociado a la actividad industrial de la minería del cobre como es CODELCO Ventanas, y los niveles de Material particulado 2,5 y 10 en Puchuncaví, correspondiendo al principal contaminante ambiental que afecta la salud de las personas de estas comunas.

**Tabla de Distribución de Contaminantes en Quintero desde el 2014 al 2018**

Gases Contaminantes	Percentiles						
	5	10	25	50	75	90	95
CH <sub>4</sub>	1,73601000	1,82014000	1,87324000	1,94548000	2,06348500	2,20000000	2,50981000
NO <sub>X</sub>	1,26186500	1,57686000	2,90896500	5,99482000	10,47515000	16,53350000	21,77205000
NO <sub>2</sub>	2,67459000	3,71175000	6,17458500	10,59030000	27,29130000	37,71290000	42,40095000
O <sub>3</sub>	6,0550200	7,7859900	10,5643500	14,0000000	18,0745500	20,0042000	22,8341000
SO <sub>2</sub>	2,640790000	4,340350000	7,396305000	14,505400000	24,310650000	42,882700000	60,490000000

contaminantes generados por los procesos de lixiviación y refinación del cobre liberando ácido sulfúrico al reaccionar con el vapor de agua de las nubes y precipitando en su forma de lluvia ácida en las escuelas y sectores urbanos. Por otra parte, los óxidos derivados del nitrógeno como el NO<sub>2</sub>, NO<sub>X</sub> tuvieron valores bajo la norma permitida presentando una media anual entre 2012 y 2018 de 15,14 +/- 10,36 ug/m<sup>3</sup> en el NO<sub>2</sub>, para el NO<sub>X</sub> la media anual fue de 8,67 +/- 2,52 encontrándose bajo las normas chilenas, OMS y europea; derivado del proceso de combustión silente en los hornos de fundición de cobre provenientes de mineras como Ventanas..

Los valores registrados promedio de las medias anuales de los contaminantes ambientales entre los años 2012 a 2018

#### DISCUSIÓN:

Al efectuar el análisis bivariado entre las variables de contaminación ambiental y la tasas provenientes del Hospital Adriana Cousiño se observó una correlación positiva entre las enfermedades respiratorias agudas y NO<sub>X</sub>, con un coeficiente de regresión 0,584 y p<0,036. Respecto a las enfermedades del sistema circulatorio (Crisis hipertensivas, accidentes cerebrovasculares, etc) no fueron significativas con un coeficiente de Spearman 0,252 y p> 0,406 al igual que las enfermedades digestivas con un coeficiente de regresión 0,241 y p>0,427. Por otra parte, el coeficiente de regresión de las enfermedad renal es de -0,436 con un p>0,136. Mientras que al correlacionar los niveles de gases contaminantes sólo el NO<sub>2</sub> respecto al NO<sub>X</sub>, presentó un coeficiente de

correlación igual a 0,682 y  $p > 0,01$  lo que demuestra que hay una fuerte correlación entre ellos. Estudios recientes han mencionado que existe asociación entre la alta exposición del NO<sub>2</sub> con hipertensión (Saeha et al, 2020), enfermedad cardiovascular (Gan et al., 2012), disminución de la función pulmonar, injuria pulmonar (Bowatte et al., 2017) y diabetes (Saeha et al, 2020).

Cabe destacar que un estudio de Devalia et al., (1993), mostró que dicho contaminante genera la liberación de citoquinas pro-inflamatorias por parte de las células endoteliales de las vías respiratorias. Al igual que el mecanismo de muerte generado por el coronavirus tipo 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2), llamado "Síndrome de tormenta de citocinas" (Guo et al., 2020). Sin embargo, en el presente estudio no se observó una asociación alta correlación (0,252;  $p = 0,406 > 0,05$ ) entre las tasas de hospitalización por enfermedades cardiovasculares debido a que al corresponder las tasas de hospitalización a fuentes secundarias de información exista un sub-registro del verdadero número de atenciones hospitalarias al momento de registrarlas en el sistema hospitalario. Otra posible causa es la escasa cantidad de camas, siendo un total de 31 (6 camas de maternidad, 6 de pediatría y 19 de medicina general) y de infraestructura hospitalaria pública existente actualmente en dicha comuna, por lo que la alta demanda en gestión de camas y la gran cantidad de población usuaria que acude a dicho recinto debe ser derivada al hospital Gustavo Fricke dado el sistema de salud segmentario el cual presentamos en nuestro país.

Al analizar los niveles de NO<sub>2</sub> y las tasas de hospitalización por enfermedades cardiovasculares y respiratoria se observó un coeficiente de regresión no significativo para ambos tipos de enfermedades, con un  $S = 0,191$ ;  $p = 0,531 > 0,05$  para enfermedad cardiovascular. En las respiratorias,  $S = 0,201$ ;  $p = 0,511 > 0,05$ . Probablemente no se observa una correlación fuerte entre las enfermedades circulatorias, respiratorias con los niveles de NO<sub>2</sub> debido a que dichas tasas de egreso hospitalario fueron variando de manera distinta con los años. O bien que los pacientes que hayan requerido atención médica en el hospital no hayan recibido el diagnóstico ni tratamiento necesario, derivando en casos no registrados. En las digestivas asociadas al NO<sub>2</sub>, se observa un  $S = 0,077$ ;  $p = 0,802 > 0,05$ . Por otra parte, en la enfermedad renal con los niveles de NO<sub>2</sub> se observó un  $S = -0,547$ ; con un  $p = 0,036 < 0,05$ .

Con respecto al SO<sub>2</sub>, las tasas de hospitalizaciones de los egresos para las enfermedades circulatorias tuvieron un  $S = 0,042$ ;  $p = 0,893$ . En las enfermedades respiratorias hubo un  $S = 0,631$  y  $p = 0,021$ . Para las enfermedades renales hubo  $S = -0,547$ ;  $p = 0,053$  y en las digestivas  $S = -0,119$ ;  $p = 0,698$ . El SO<sub>2</sub> no tuvo correlación con ninguno de los otros gases.

En el O<sub>3</sub>, las tasas de hospitalizaciones de los egresos para las enfermedades circulatorias tuvieron un  $S = 0,014$ ;  $p = 0,964$ . Para las respiratorias un  $S = 0,039$ ;  $p = 0,899$ . En las renales  $S = 0,456$ ;  $p = 0,117$ . Y en las digestivas  $S = 0,244$ ;  $p = 0,421 > 0,05$ .

**Tabla de Correlaciones de los tipos de contaminante y tasas de egresos hospitalarios desde el 2012 al 2018.**

Correlaciones			NO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	Enfermedad circulatoria	Enfermedad respiratoria	Enfermedad adrenal	Enfermedades digestivas
Método de Spearman	NO	Coefficiente de correlación	1,000	,682*	,505	-,357	,252	,584*	-,436	,241
		Sig. (bilateral)		,010	,078	,231	,406	,036	,136	,427
		N	13	13	13	13	13	13	13	13
NO <sub>2</sub>	Coefficiente de correlación	,682*	1,000	,495	-,509	,191	,201	-,585*	,077	
	Sig. (bilateral)	,010		,085	,076	,531	,511	,036	,802	
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	
SO <sub>2</sub>	Coefficiente de correlación	,505	,495	1,000	-,264	,042	,631*	-,547	-,119	
	Sig. (bilateral)	,078	,085		,384	,893	,021	,053	,698	
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	
O <sub>3</sub>	Coefficiente de correlación	-,357	-,509	-,264	1,000	,014	,039	,456	,244	
	Sig. (bilateral)	,231	,076	,384		,964	,899	,117	,421	
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	
Enfermedad circulatoria	Coefficiente de correlación	,252	,191	,042	,014	1,000	,065	,053	-,013	
	Sig. (bilateral)	,406	,531	,893	,364		,834	,864	,966	
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	
Enfermedad respiratoria	Coefficiente de correlación	,584*	,201	,631*	,039	,065	1,000	-,049	,240	
	Sig. (bilateral)	,036	,511	,021	,899	,834		,875	,430	
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	
Enfermedad adrenal	Coefficiente de correlación	-,436	-,585*	-,547	,456	,053	-,049	1,000	,332	
	Sig. (bilateral)	,136	,036	,053	,117	,864	,875		,267	
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	
Enfermedades digestivas	Coefficiente de correlación	,241	,077	-,119	,244	-,013	,240	,332	1,000	
	Sig. (bilateral)	,427	,802	,698	,421	,966	,430	,267		
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	

Tabla de Correlaciones de los tipos de contaminante y tasas de egresos hospitalarios desde el 2012 al 2018.

		Correlaciones										
		TOTALCAUSA SSISTEMARE SPIRATORIO	TOTALCAUSA SSISTEMACI RCULATORIO	TOTALTRAUM ATISMOSYEN VENENAMIE NTO	TOTALDEMÁS CAUSAS	CIRUGÍASDE URGENCIA	LASDEMÁSC AUSAS	CH4	NOX	NO2	O3	SO2
TOTALCAUSA SSISTEMA RESPIRATORIO	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	1 .000 1873	-.106** .000 1873	.662** .000 1873	.860** .000 1873	.961** .000 1873	.325** .000 1873	.659** .027 9	.284** .000 1784	.248** .000 1787	.035 .067 1782	.041 .040 1809
TOTALCAUSA SSISTEMA CIRCULATORIO	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	-.106** .000 1873	1 .003 1873	-.064** .001 1873	-.074** .001 1873	-.104** .000 1873	-.002 .458 1873	.375 .160 9	-.063** .004 1784	-.104** .000 1787	-.005 .423 1782	.001 .478 1809
TOTALTRAUMATISMOSY ENVENAMAMIENTO	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.662** .000 1873	-.064** .003 1873	1 .000 1873	.794** .000 1873	.575** .000 1873	.319** .000 1873	.285 .229 9	.208** .000 1784	.396** .000 1787	.173** .000 1782	-.233** .000 1809
TOTALDEMÁSCAUSAS	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.860** .000 1873	-.074** .001 1873	.794** .000 1873	1 .000 1873	.743** .000 1873	.363** .000 1873	.558 .059 9	-.130** .000 1784	-.110** .000 1787	-.086** .000 1782	-.041** .042 1809
CIRUGÍASDEURGENCIA	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.961** .000 1873	-.104** .000 1873	.575** .000 1873	.743** .000 1873	1 .000 1873	.316** .000 1873	.000 .000 9	-.015 .264 1784	-.006 .392 1787	.006 .400 1782	.004 .438 1809
LASDEMÁSCAUSAS	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.325** .000 1873	-.002 .458 1873	.319** .000 1873	.363** .000 1873	.316** .000 1873	1 .158 1873	.378 .001 9	.073** .000 1784	.102** .000 1787	-.007 .387 1782	-.030 .103 1809
CH4	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.659** .027 9	.375 .160 9	.285 .229 9	.558 .059 9	.000 .000 9	.000 .158 9	1 .015 8	.754** .853** 8	.853** .004 8	-.599 .058 8	-.256 .271 8
NOX	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.284** .000 1784	-.063** .004 1784	.208** .000 1784	-.130** .000 1784	-.015 .264 1784	.073** .001 1784	.754** .015 8	1 .000 1789	.752** .000 1782	-.095** .000 1773	.291** .000 1787
NO2	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.248** .000 1787	-.104** .000 1787	.396** .000 1787	-.110** .000 1787	-.006 .392 1787	.102** .000 1787	.853** .004 8	.752** .000 1782	1 .000 1792	-.123** .000 1774	.011 .318 1789
O3	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.035 .067 1782	-.005 .423 1782	.173** .000 1782	-.086** .000 1782	.006 .400 1782	-.007 .387 1782	-.599 .058 8	-.095** .000 1773	-.123** .000 1774	1 .000 1786	-.161** .000 1783
SO2	Correlación de Pearson Sig. (unilateral) N	.041** .040 1809	.001 .478 1809	-.233** .000 1809	-.041** .042 1809	.004 .438 1809	-.030 .103 1809	-.256 .271 8	.291** .000 1787	.011 .318 1789	-.161** .000 1783	1 1814

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (unilateral).  
\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (unilateral).  
c. No se puede calcular porque al menos una variable es constante.

Con respecto a la correlación entre los niveles de CH4 y las atenciones de urgencia respiratoria, hubo un S=0,659; p=0,027. Circulatoria tuvo un S= 0,375; p=0,16. Traumatismos y envenenamientos S=0,285 y p=0,229. Para el NOX, hay correlación con las enfermedades circulatorias de S= -0,063; p=0,004. Y cirugías de urgencia de S = -0,015; p=0,264. En el NO2, se observa correlación con las cirugías de urgencia,

con S= -0,006 y p=0,392.

Para los niveles de O3, se observa correlación con las atenciones de urgencia respiratoria de S=0,035 y p=0,067. Con las circulatorias, S= -0,005 y p=0,423.

Con respecto al SO2, se observa correlación con las atenciones de urgencia respiratorias de S=0,041 y p=0,04. Para las circulatorias, S=0,001 y p=0,478. Y para las cirugías de urgencia, con S= 0,004 y p=0,438.

Tasas de mortalidad global según sexo, edad y población de las comunas de la V Región de Chile durante el año 2014.

Región y comuna	Mortalidad General*						ÍNDICE DE SWAROOP**			Ajuste de tasas según Población		
	Total		Hombre		Mujer		Total	Hombre	Mujer	Número de Habitantes	Valor esperado de defunciones ajustado por la mortalidad de Quintero	Valor esperado defunciones Puchuncaví
	Defunciones	Tasa*	Defunciones	Tasa*	Defunciones	Tasa*						
1 Valparaíso	2.239	7,6	1.151	7,9	1.088	7,2	80,9%	74,4%	87,8%	296655,0%	1524	1647,55015
2 Concón	212	4,5	105	4,5	107	4,5	79,7%	76,2%	83,2%	42152,0%	217	234,102017
3 Puchuncaví	103	5,9	59	6,6	44	5,2	87,4%	84,7%	90,9%	18546,0%	95	103
4 Quintero	164	6,0	81	6,1	83	6,0	82,3%	85,2%	79,5%	31923,0%	164	177,292624
5 Viña del Mar	2.364	7,3	1.138	7,4	1.226	7,3	83,5%	78,2%	88,3%	334248,0%	1717	1856,33258
6 Quilota	652	7,1	360	8,0	292	6,2	81,1%	77,8%	85,3%	90517,0%	465	502,709533

La mayor tasa de defunciones se encuentra en Valparaíso y a su vez su índice de Swaroop es el menor. En Quinteros la defunción fue de 164 personas durante el año 2014, con un índice de Swaroop del 85,7%. Fuente: Cognos, Deis.

## Modelo de regresión de Poisson para las incidencias de mortalidades en las comunas de la V región de Chile, en el año 2014

COMUNA	Mortalidad Global	In mortalidad	In(razón de mortalidad)	OR	ICI	ICS
QUINTERO	0,005137362	-5,271215604	1,0004	2,7194	2,71772199	2,72101587
CONCON	0,005148036	-5,269140058	1,0004	2,7194	2,71772199	2,72101587
PUCHUNCAVÍ	0,005553758	-5,193280423	1,0150	2,7594	2,75775171	2,7610456
Viña del Mar	0,005136904	-5,271304651	1,0000	2,7182	2,71660511	2,71989899
Valparaíso	0,007547488	-4,88654051	1,0787	2,9409	2,93928596	2,94257984
Quillota	0,007203067	-4,933248395	1,0685	2,9110	2,90940233	2,91269622

La probabilidad de mortalidad global de Quinteros y Concón aumenta en 2,7 veces, es decir, un habitante con iguales características de morbilidad, edad y sexo al ser trasladada desde Concón a Quinteros, presentaría un incremento en un 270% en su riesgo de morir.

### CONCLUSIONES:

Según los resultados obtenidos, existe correlación entre los niveles de contaminación ambientales del NOX y SO<sub>2</sub>, con los egresos hospitalarios respiratorios en la comuna de Quinteros. Los niveles altos de CH<sub>4</sub> aumentaron las tasas de urgencias respiratorias. No se observó correlación entre los niveles de contaminantes con las atenciones de urgencia circulatoria debido a que los datos obtenidos son de fuentes secundarias.

## BIBLIOGRAFÍA

- Oyarzún M., Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Rev Chil Enf Respir 2010; 26: 16-25. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>
- Ley Chile, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Informe comisión especial investigadora sobre causas de alta contaminación ambiental, especialmente en Concón, Quintero y Puchuncaví y de responsabilidades en ejecución del plan de descontaminación. Chile, 2018. Disponible en: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTipo=SIAL&prmID=45601&formato=pdf>
- Gordillo P., Proyecto: complejo termoeléctrico ventanas. 2016. Disponible en: <http://proyectoconflictos.ulagos.cl/wp-content/uploads/2016/07/Complejo-Termoel%C3%A9ctrico-Ventanas.pdf>
- Tironi M., Hacia una política atmosférica: Químicos, afectos y cuidado en Puchuncaví. Chile, revista Pléyade 14 / ISSN: 0718-655X / Julio - diciembre 2014 / PP. 165-189. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/PleyadeSantiago/2014/no14/8.pdf>
- Informe comisión especial investigadora sobre causas de alta contaminación ambiental, especialmente en Concón, Quintero y Puchuncaví y de responsabilidad en ejecución del plan de descontaminación. Chile; 2018. Disponible en: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTipo=SIAL&prmID=45601&formato=pdf>
- García E., Valverde E., Farmacia hospitalaria; 2.13 Toxicología clínica. Disponible en: <https://www.sefh.es/bibliotecavirtual/fhtomo1/cap213.pdf>
- V Región de Valparaíso [Internet]. Chile: 2020; Hospitales y consultorios en la Región de Valparaíso. [Citado en Mayo, 2020]. Disponible en: <http://www.vregion.cl/servicios/salud-publica.php>
- Ejaz S., Amor G., Monitoring impacts of air pollution: PIXE analysis and histopathological modalities in evaluating relative risks of elemental contamination. Springer; Ecotoxicology (2014) 23:357–369. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24468923/>

- 10** Environmental protection Agency. [Internet]. USA: 2020; Regulatory Information by Topic: Air. [Citado en Octubre, 2020]. Disponible en: <https://www.epa.gov/regulatory-information-topic/regulatory-information-topic-air#criteria pollutants>
- 11** Environmental protection Agency. [Internet]. USA: 2020; Nuestra misión y lo que hacemos. [Citado en Octubre, 2020]. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/nuestra-mision-y-lo-que-hacemos>
- 12** Environmental protection Agency. [Internet]. USA: 2020; NAAQS. [Citado en Octubre, 2020]. Disponible en: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>
- 13** Environmental protection Agency. [Internet]. USA: 2020 Basic Information about Carbon Monoxide (CO) Outdoor Air Pollution. [Citado en Octubre, 2020]. Disponible en : <https://www.epa.gov/co-pollution/basic-information-about-carbon-monoxide-co-outdoor-air-pollution#What%20is%20CO>
- 14** Environmental protection Agency. [Internet]. USA: 2020; Ground-level Ozone Basics [Citado en Octubre, 2020]. Disponible en: <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics#wwh>
- 15** Environmental protection Agency. [Internet]. USA: 2020; Basic Information about NO2 [Citado en Octubre, 2020] Disponible en: <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#What%20is%20NO2>
- 16** Environmental protection Agency. [Internet]. USA: 2020; Particulate Matter (PM) Basics. [Citado en Octubre, 2020]. Disponible en: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>
- 17** Environmental protection Agency. [Internet]. USA: 2020; Sulfur Dioxide Basics. [Citado en Octubre, 2020]. Disponible en: <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#what%20is%20so2>
- 18** Sistema de información Nacional de calidad del aire (SINCA). [Internet]. Chile; Preguntas frecuentes. [Citado en Octubre, 2020]. Disponible en: <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/pagina/index/id/faq>
- 19** Sistema de información Nacional de calidad del aire (SINCA). [Internet]. Chile. Disponible en: [sinca.mma.gob.cl](https://sinca.mma.gob.cl)
- 20** Directiva 2008/50/CE del parlamento Europeo y del Consejo Europeo y del 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Diario Oficial de la Unión Europea, 2008. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/Directiva%202008-50-CE\\_calidad%20del%20aire\\_tcm30-187869.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/Directiva%202008-50-CE_calidad%20del%20aire_tcm30-187869.pdf)
- 21** Ogen Y., Assessing nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) levels as a contributing factor to coronavirus (COVID-19) fatality. *Science of the Total Environment* 726 (2020) 138605.
- 22** Saeha, Shin, Li, Bai, Oiamo Tor, H., Burnett Richard, T., Scott, Weichenthal, Michael, Jerrett, Kwong Jeffrey, C., Goldberg Mark, S., Ray, Copes, Alexander, Kopp, et al., 2020. Association between road traffic noise and incidence of diabetes mellitus and hypertension in Toronto, Canada: a population-based cohort study. *J. Am. Heart Assoc.* 9, e013021.
- 23** Gan, W.Q., Davies, H.W., Koehoorn, M., Brauer, M., 2012. Association of long-term exposure to community noise and traffic-related air pollution with coronary heart disease mortality. *Am. J. Epidemiol.* 175, 898–906.
- 24** Bowatte, G., Erbas, B., Lodge, C.J., Knibbs, L.D., Gurrin, L.C., Marks, G.B., Thomas, P.S., Johns, D.P., Giles, G.G., Hui, J., et al., 2017. Traffic-related air pollution exposure over a 5-year period is associated with increased risk of asthma and poor lung function in middle age. *Eur. Respir. J.* 50
- 25** Devalia, J.L., Campbell, A.M., Sapsford, R.J., Rusznak, C., Quint, D., Godard, P., Bousquet, J., Davies, R.J., 1993. Effect of nitrogen dioxide on synthesis of inflammatory cytokines expressed by human bronchial epithelial cells in vitro. *Am. J. Respir. Cell Mol. Biol.* 9, 271–278.
- 26** Guo, Y.-R., Cao, Q.-D., Hong, Z.-S., Tan, Y.-Y., Chen, S.-D., Jin, H.-J., Tan, K.-S., Wang, D.-Y., Yan, Y., 2020. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status. *Mil. Med. Res.* 7, 11.
- 27** IFMSA Policy Proposal Air Pollution. Rwanda, Marzo del 2020.
- 28** Cohen A., Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. 2017 May 13;389(10082):1907-1918.
- 29** Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. OMS, 2005.
- 30** Air quality in Europe — 2019 report. European Environment Agency, Report No 10; 2019.
- 31** Ruiz J., Carmona M., Valoración de emisiones en los procesos de refinación del oro en joyería y recomendaciones de gestión ambiental. *Revista Espacios*, Vol. 38 (Nº 46) Año 2017. Pág. 12.